



Alpine Solar- und Windkraft für die erneuerbare Schweiz



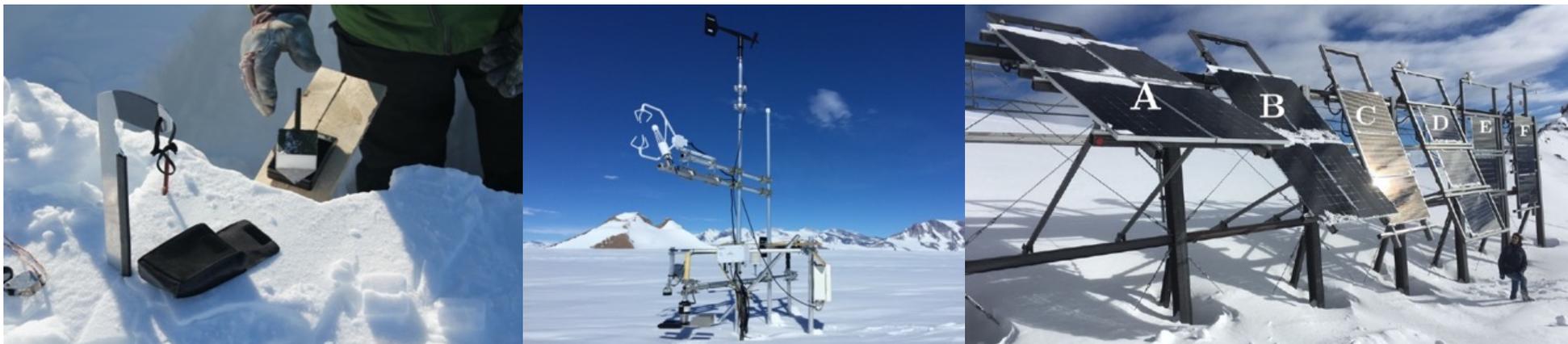
Michi Lehning

WSL / SLF and EPFL



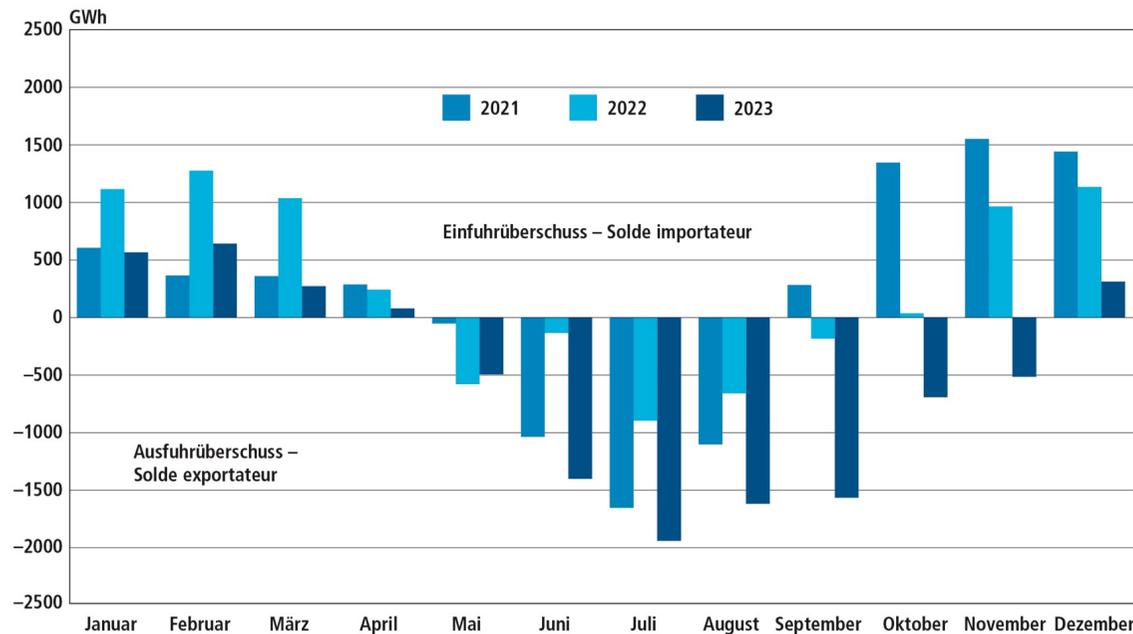
Fragen und Antworten

- Ein Blick auf die Winterlücke und den Status Quo der Energieversorgung der Schweiz
- Was wissen wir über Strahlung, Wind, Schnee und Biodiversität in den Bergen? Was sind Einschränkungen?
- Ergebnisse von existierenden Produktionsstandorten
- Die optimale Kombination von Wasserkraft, Sonne (PV) und Wind
- Import und der Wert der Wettervorhersage



Die Winterlücke in der Schweizer Stromversorgung

Fig. 20 Einfuhr- und Ausfuhrüberschuss (Monatswerte)
Solde importateur/exportateur (chiffres mensuels)



- Schon jetzt muss im Winter Strom importiert werden
- Das wird in Zukunft noch mehr werden
- Wie verträgt sich das mit den erneuerbaren Energieträgern Sonne und Wind?

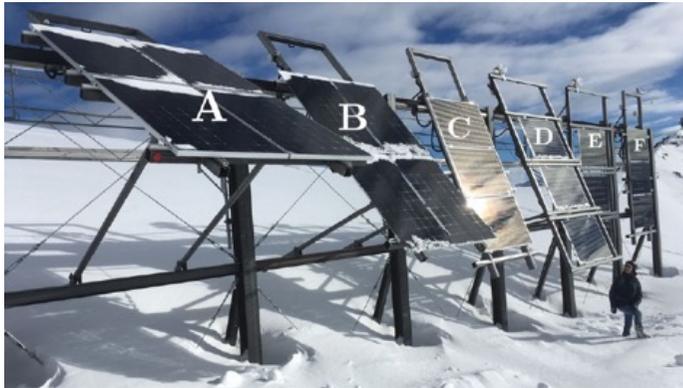
BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2023 (Fig. 20)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2023 (fig. 20)

Was wissen wir zu Alpiner PV?

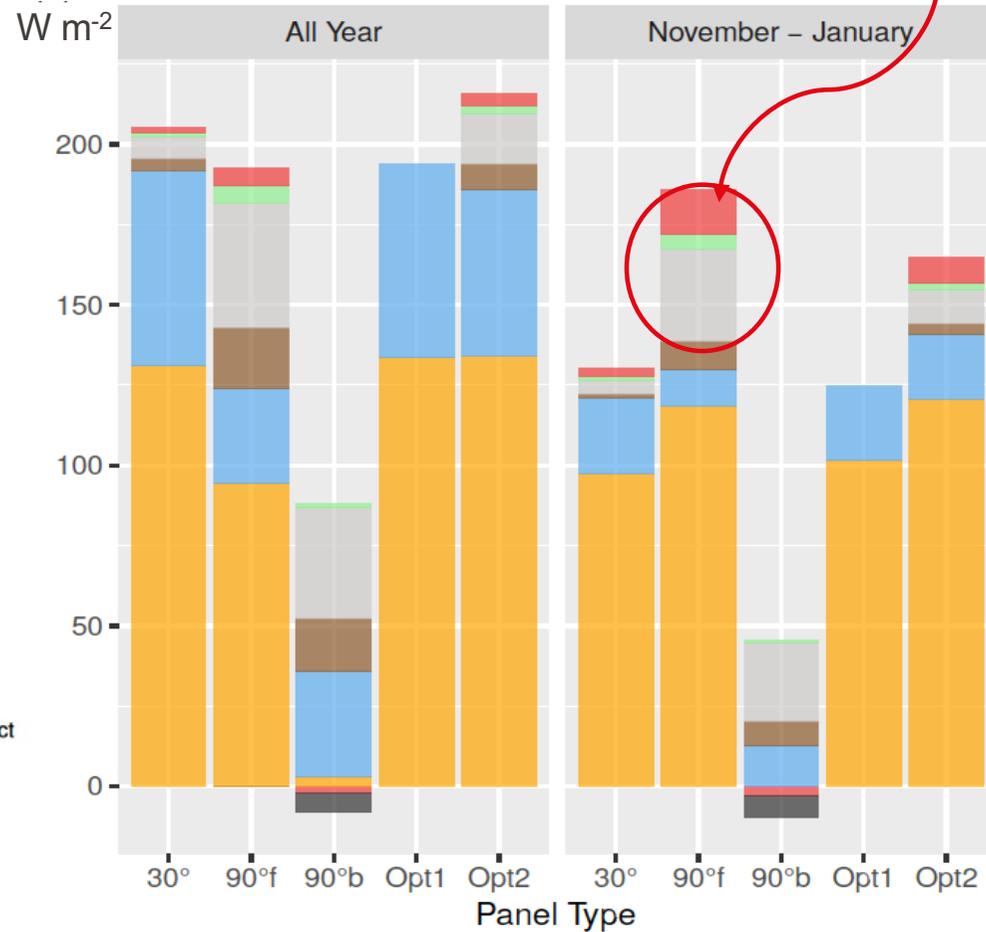
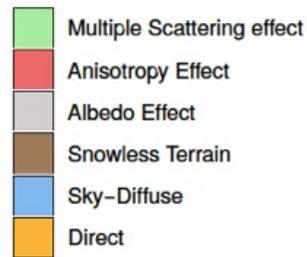


- In den Bergen gibt es viel **(Winter-)Sonne**
- **Schnee** reflektiert diese Strahlung und das Gelände leitet sie auf PV Module

Funktioniert das in der Realität?

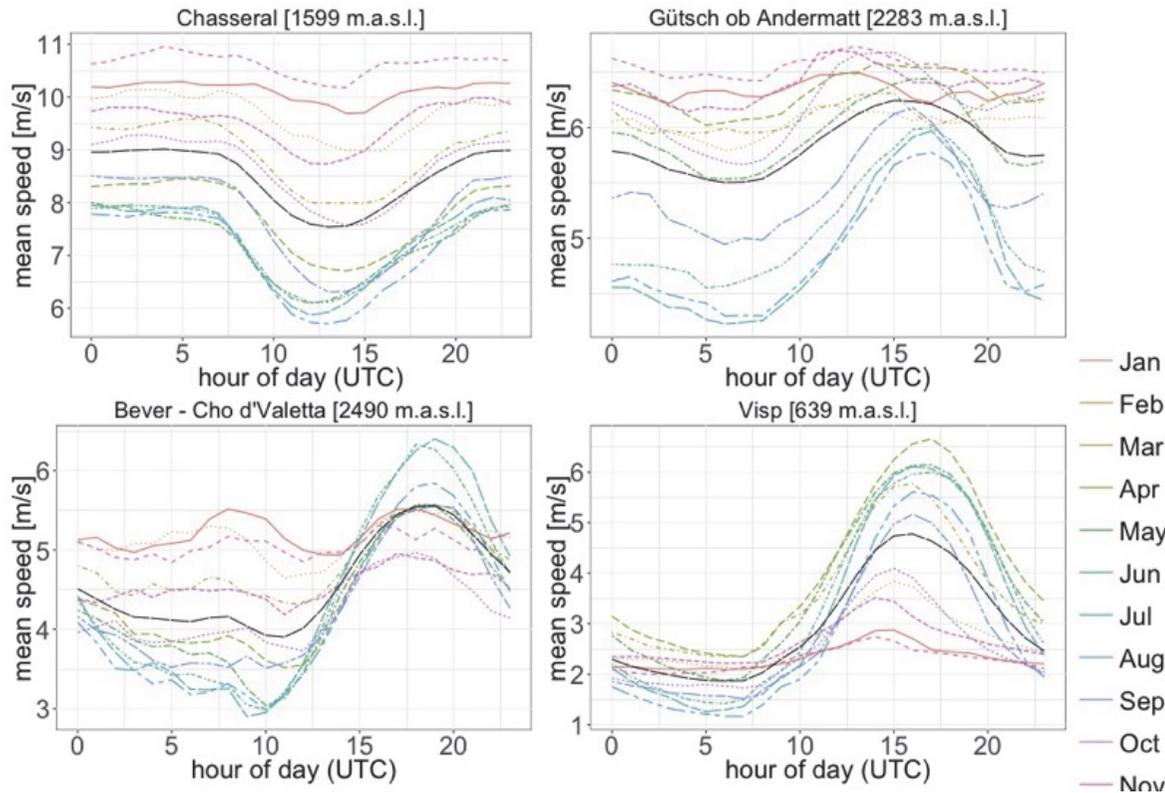


- 30° Südausgerichtet
- 90° Südausgerichtet (Vertikal)
- 90° Nord
- Optimal im Flachfeld und ohne Schnee
- Optimal mit Geländeberücksichtigung



Schneeeffekt

Was wissen wir (nicht) über den Wind der Berge



Laseier Wind Schwendetal (AI)



1/31/25

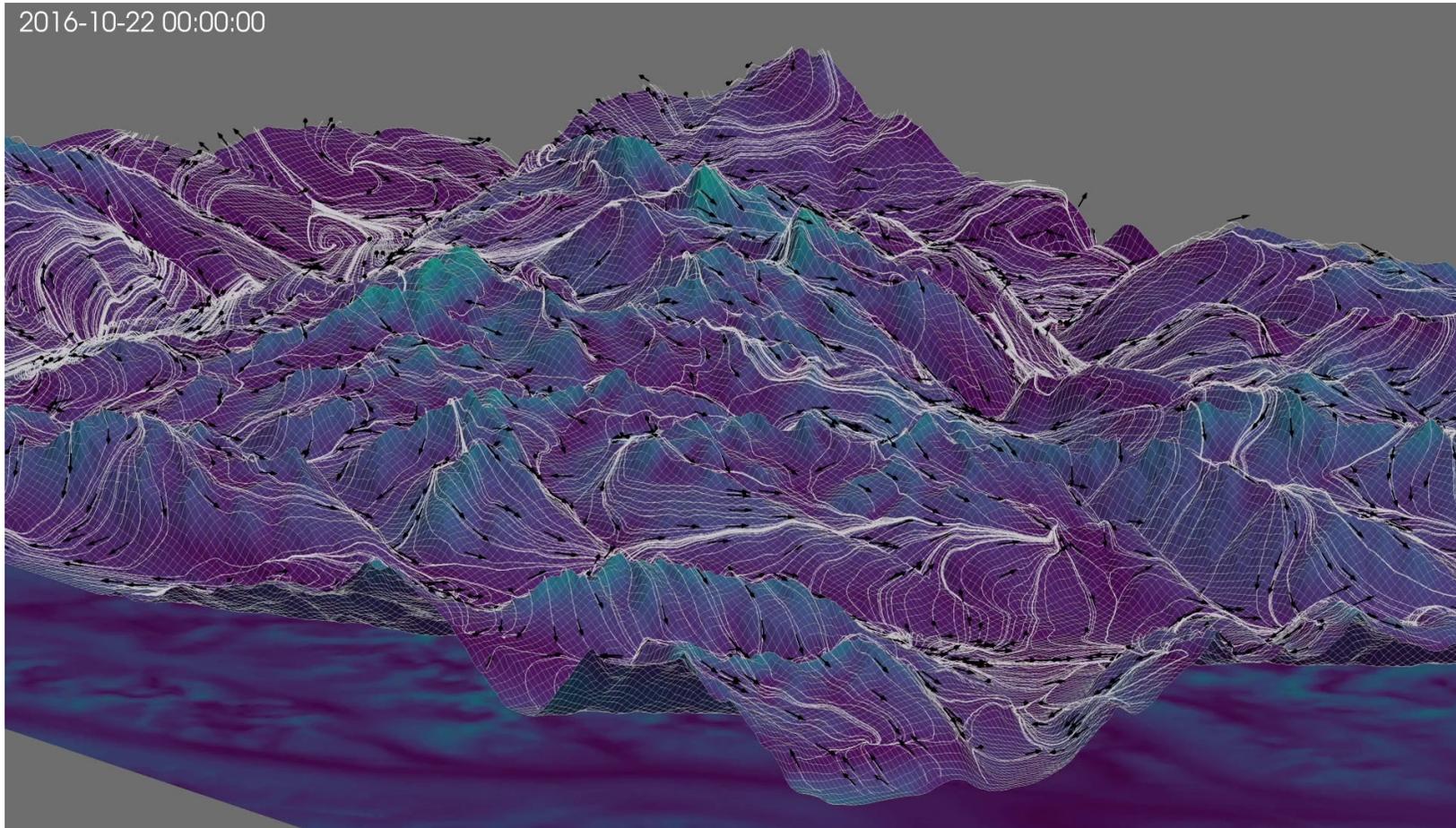


- Verschiedene Standorte erzeugen ganz verschiedene Windtagesprofile
- Kann man Aussagen treffen, wo man ideale Windkraftstandorte erwarten kann?



WindTopo gibt die zeitliche Entwicklung wieder

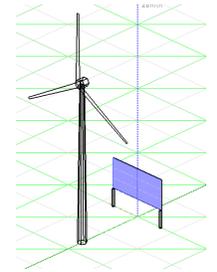
2016-10-22 00:00:00



EPFL

sweet swiss energy research
for the energy transition
EDGE

Wind, Sonne und Schnee

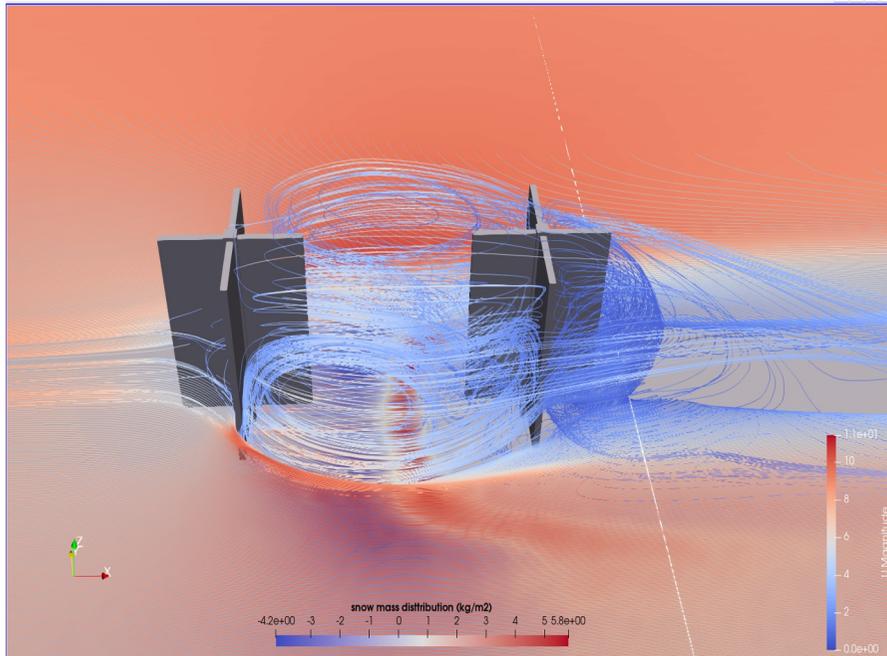


Schnee kann auch die Produktion vermindern

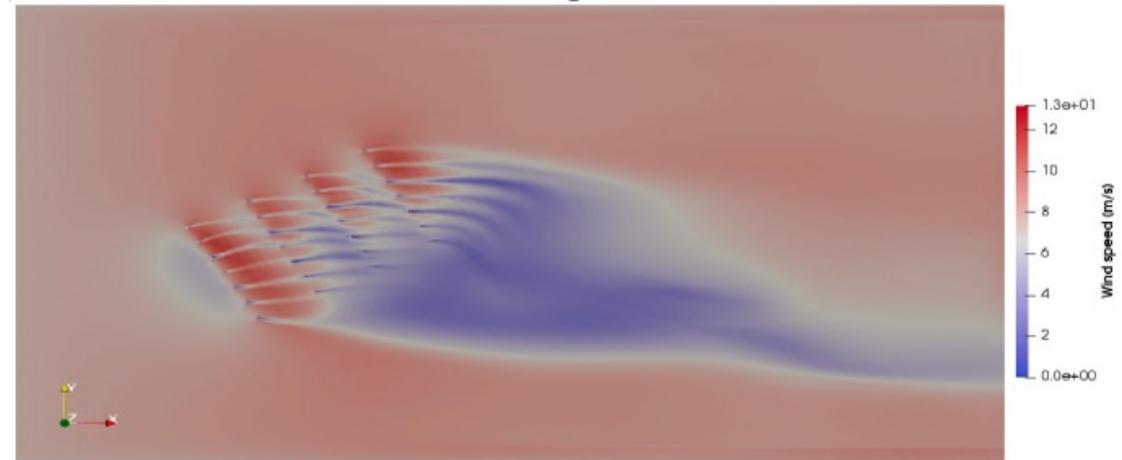
➡ Neue Design Lösungen sind gefragt



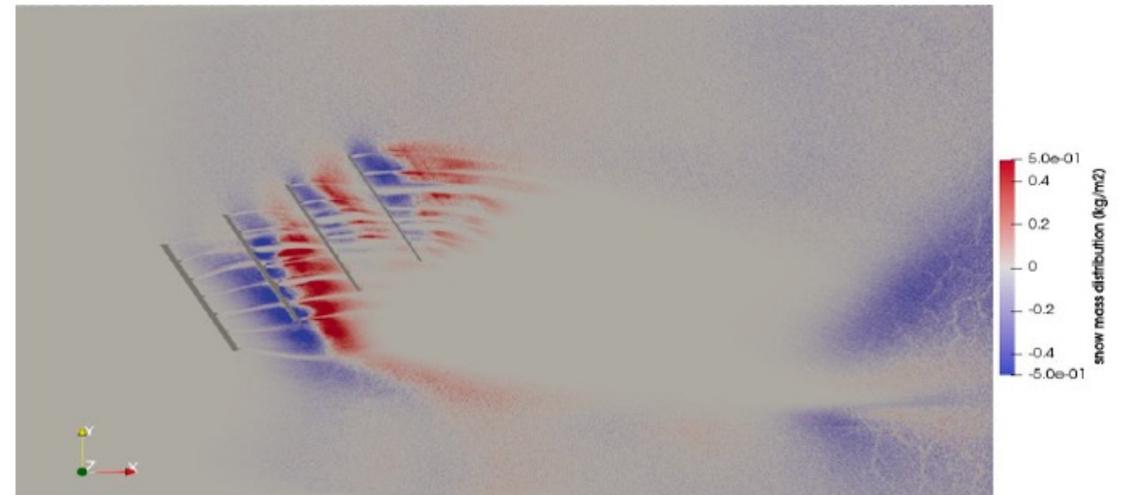
Neue Werkzeuge



Windlasten auf Alpiner PV



Berechnete Schneeablagerungen



Alpine Installationen und Biodiversität

- Im P&D Samedan, wird man die folgenden Fragen beantworten:
 - Einfluss der Installation auf die Biodiversität
 - Landwirtschaftliche Produktivität
 - Praktische Aspekte der Doppelnutzung

Erneuerbare Energien, Pressemitteilungen, Solarparks 26.09.2024

Studie: Solarparks positiv für Artenvielfalt

Berlin, 26. September 2024 – Wird auf ehemaligen Ackerflächen ein Solarpark errichtet, steigt die Anzahl und die Vielfalt an Pflanzen und Tieren deutlich an. So konnten in PV-Freiflächenanlagen über 350 unterschiedliche Pflanzenarten und eine Vielzahl von Vogel-, Reptilien- und Insektenarten nachgewiesen werden. Das zeigen die heute veröffentlichten ersten Auswertungen der umfangreichen Untersuchung „Artenvielfalt im Solarpark – Eine bundesweite Feldstudie“, die der Bundesverband Neue Energiewirtschaft e.V. (bne) in Auftrag gegeben hat.



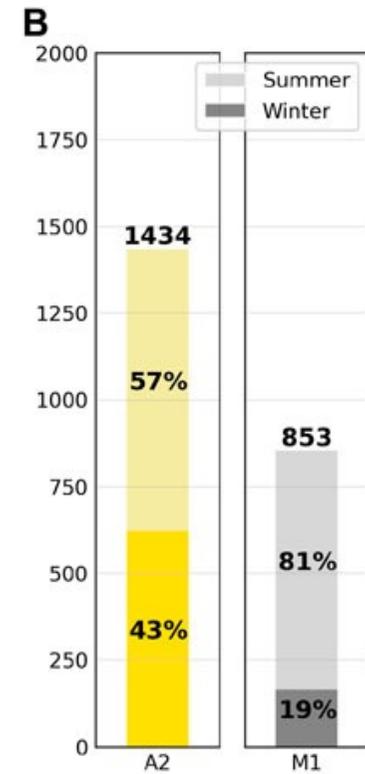
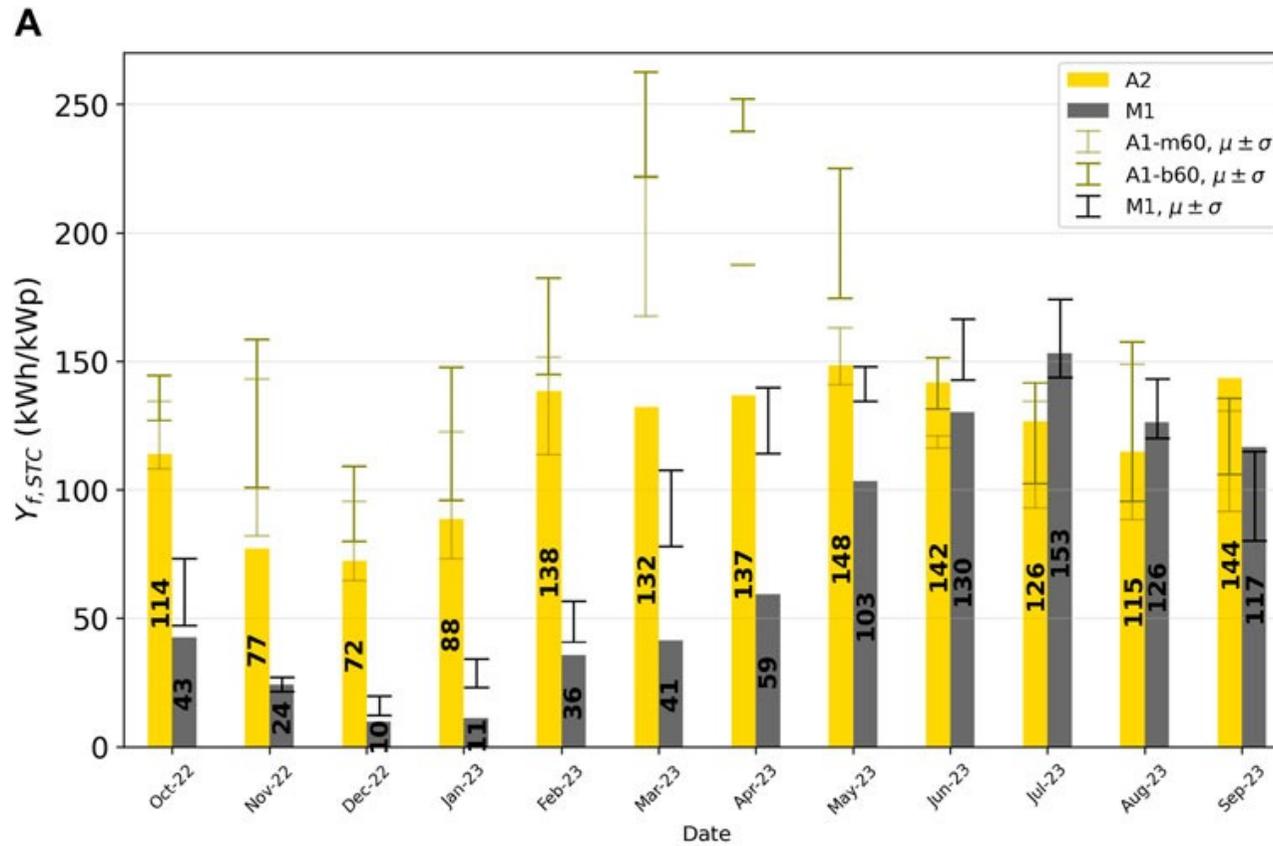
EPFL





Praxis: Produktion @ Muttsee

Vergleich der Produktion zwischen der Muttsee Anlage und einer Anlage im Mittelland



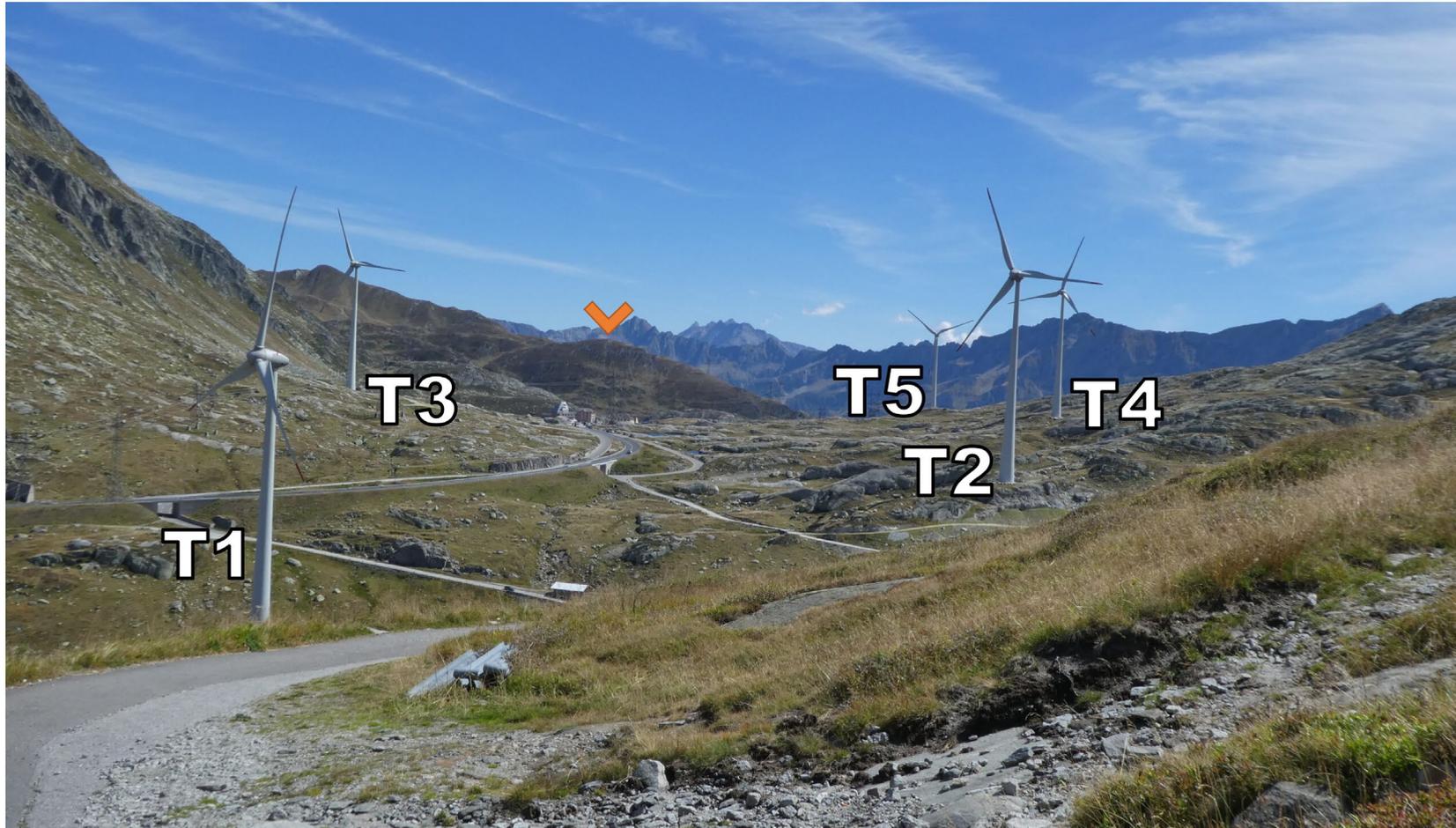
Frischholz et al., Frontiers, 2024



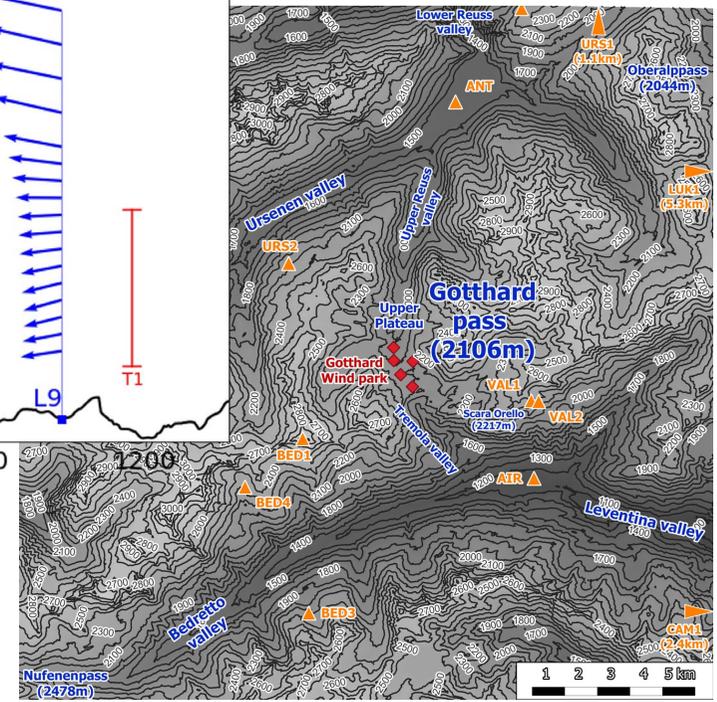
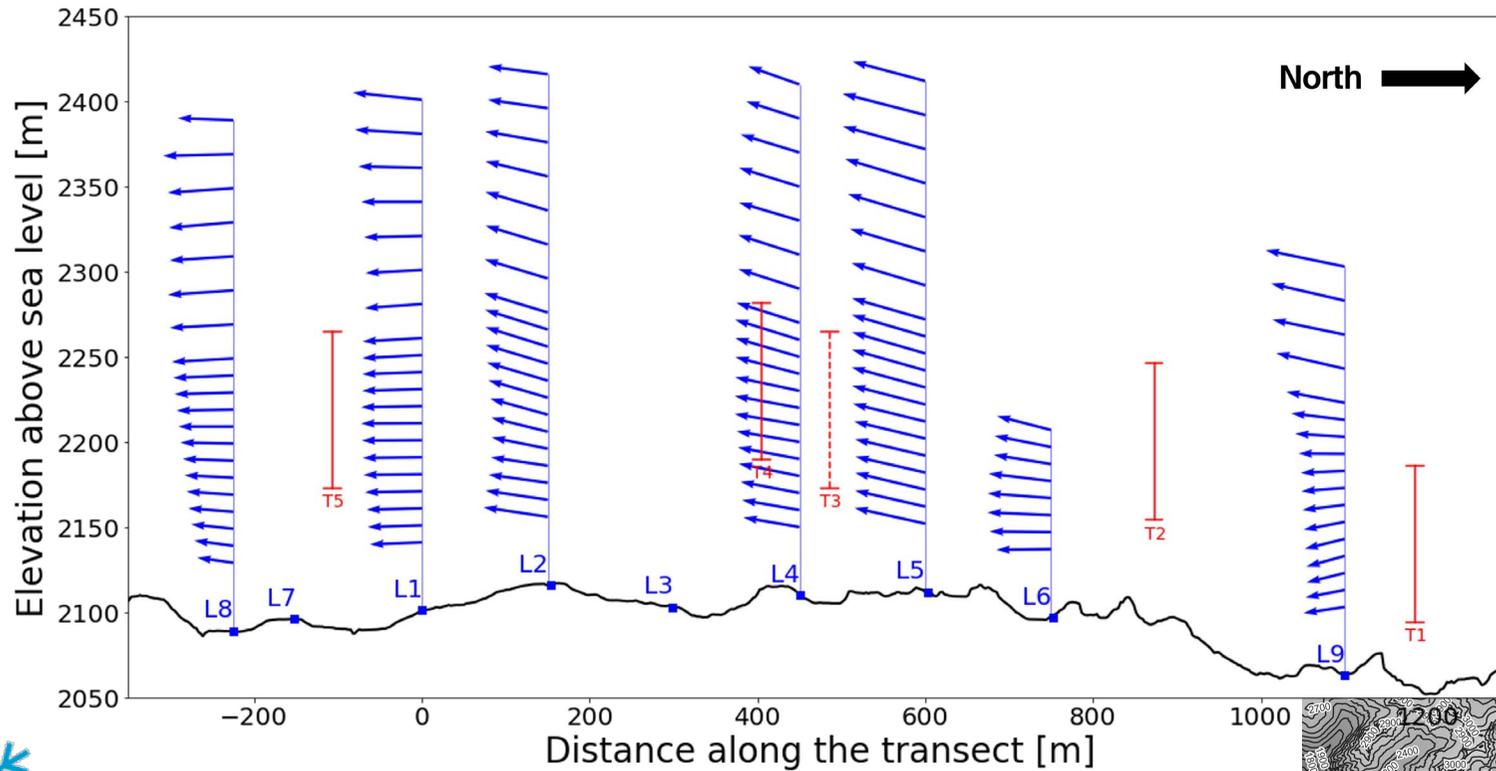
A2 / M1	267%	319%	750%	797%	389%	320%	230%	144%	109%	83%	91%	123%
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	------

168%

Praxis: Produktion @ Gotthard



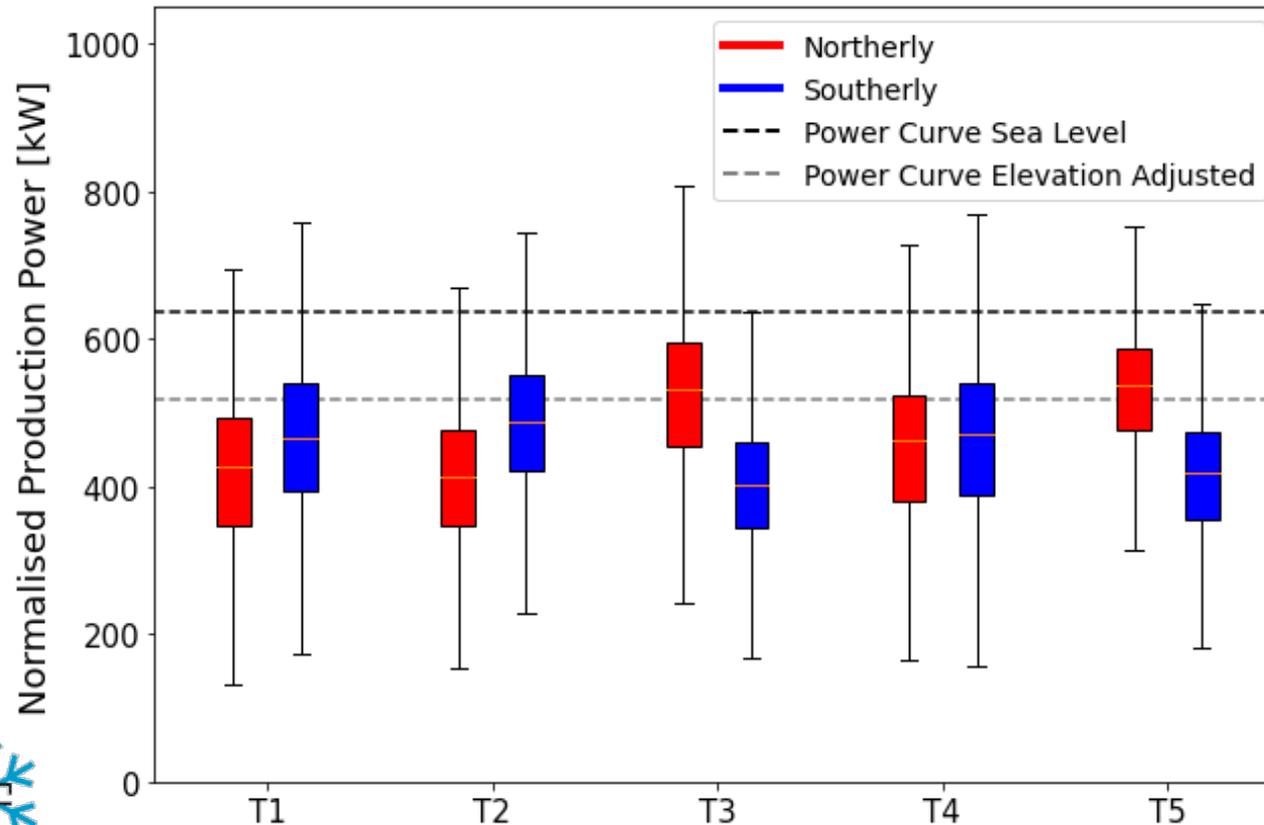
Praxis: Wind Profiles @ Gotthard



vanSchaik et al., Open Research Europe, 2024



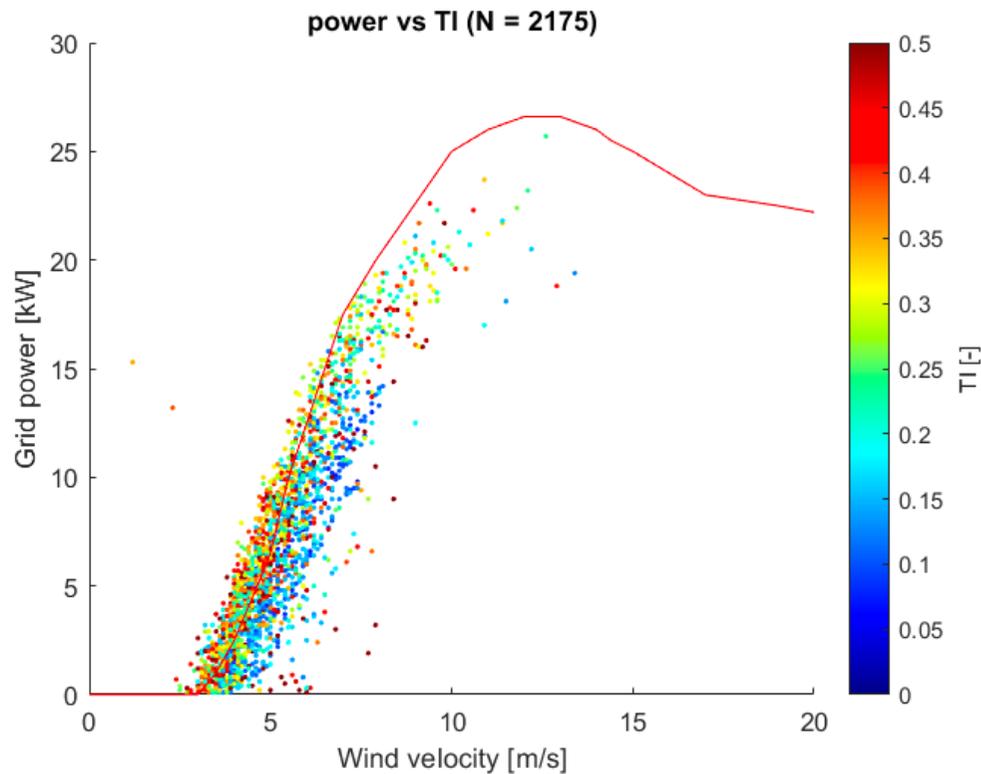
Praxis: Produktion @ Gotthard



- Produktion ist sehr unterschiedlich zwischen den identischen Turbinen
- Leistung bleibt NICHT nur UNTER den Erwartungen
- Was sind die Gründe?



Praxis: Erklärung @ LaStadera

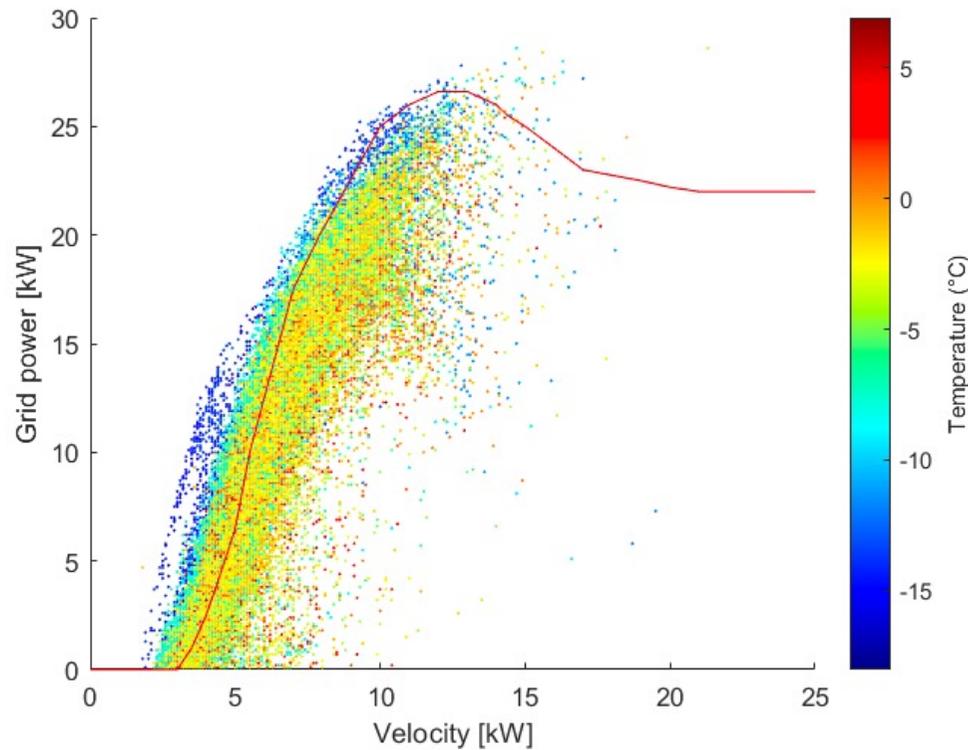


- Höhere Produktion bei höherer Turbulenz und niedriger Windgeschwindigkeit
- Vorteil in komplexer Topographie
- Nur ein Teil der möglichen Erklärung



Gasser et al., in prep., 2025

Praxis: Erklärung @ LaStadera



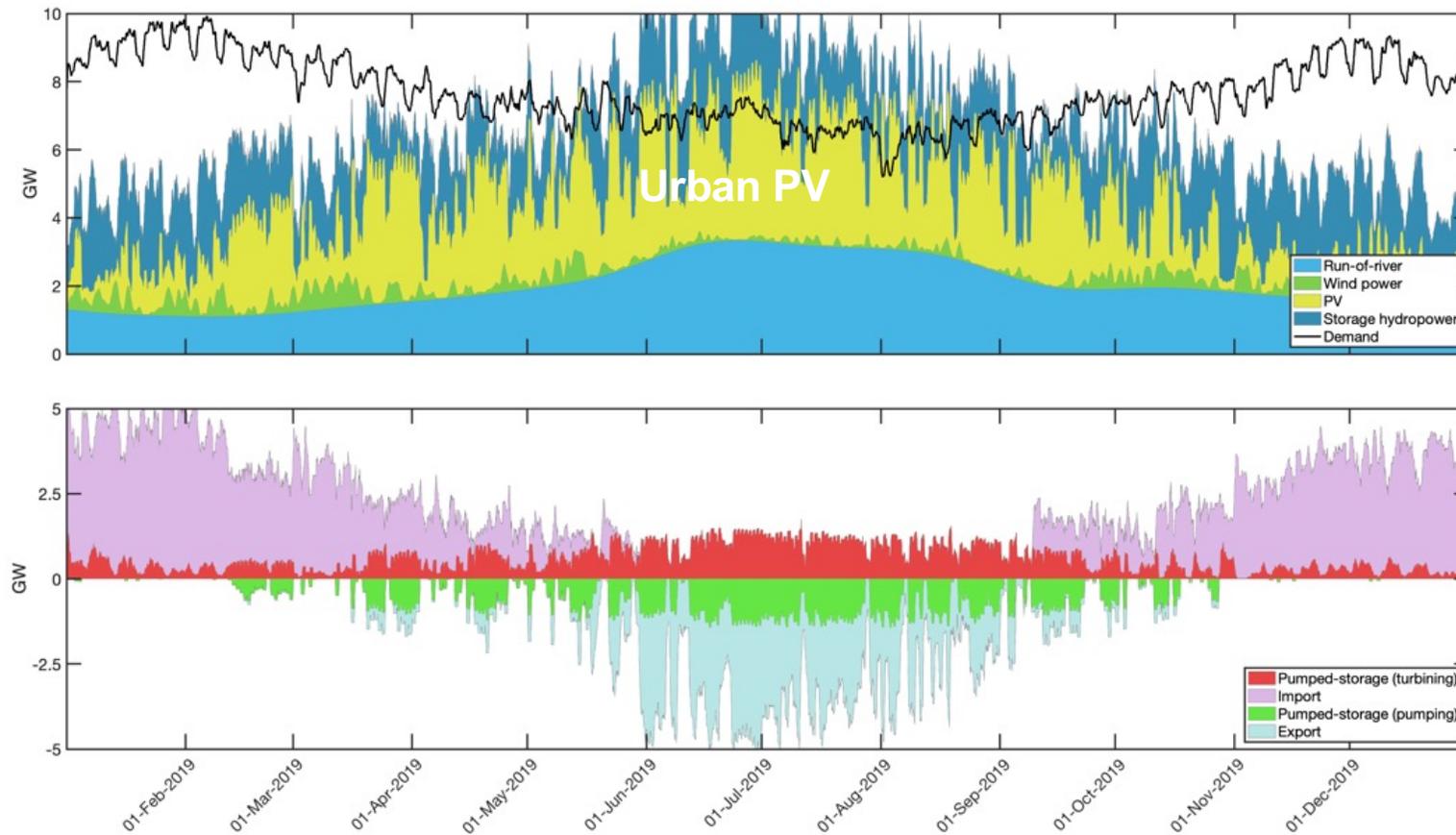
- Höhere Produktion bei niedriger Temperatur
- Vorteil in Höhenlagen
- Korreliert mit Schneebedeckung
- Korreliert mit atmosphärischer Stabilität



Gasser et al., in prep., 2025



Winterlücke und Lösungen: Hochalpines PV und Wind



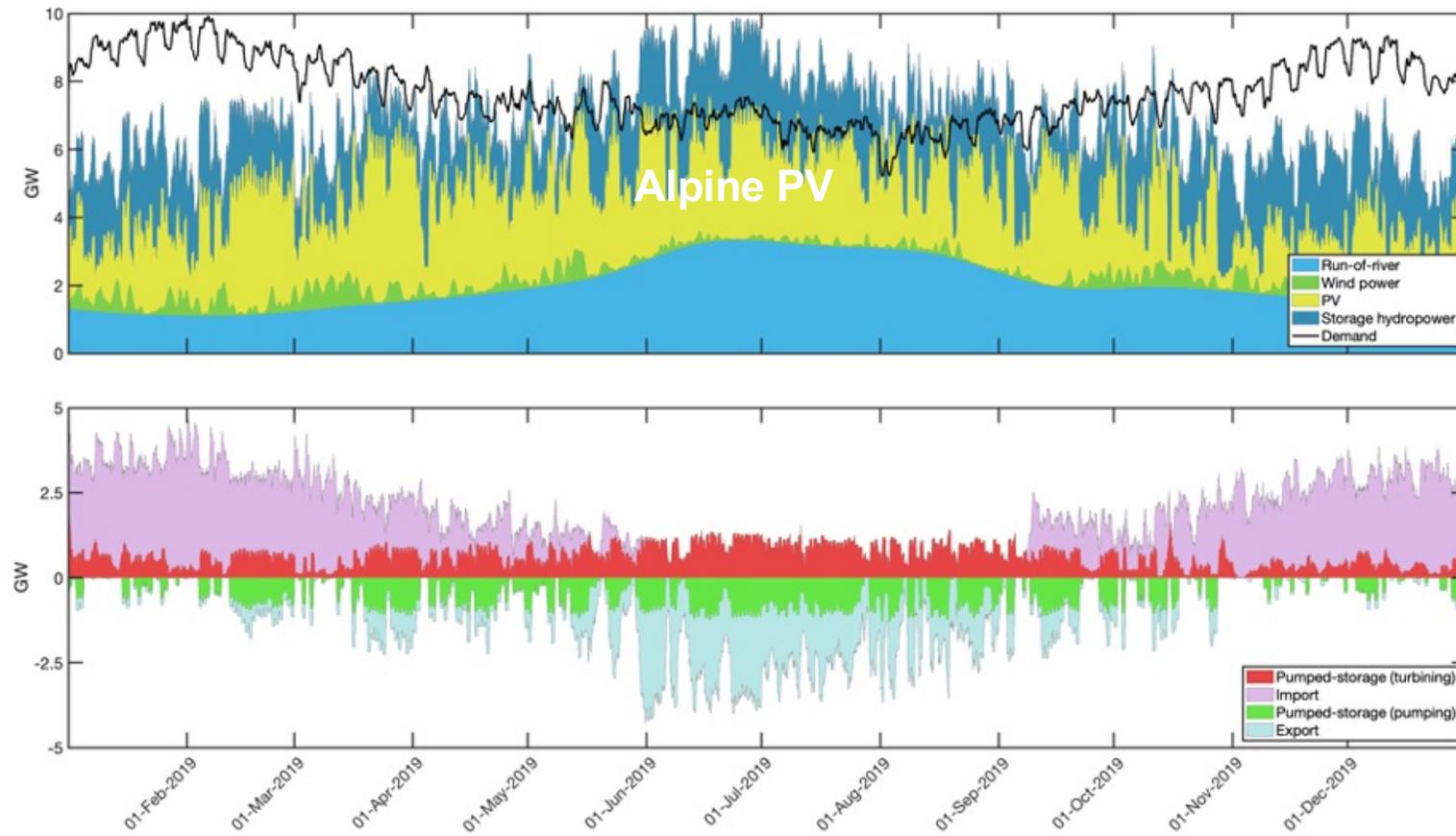
Urban PV

(PV + Wind: 15 GW) **Winterlücke: 14.5 TWh**





Winterlücke und Lösungen: Hochalpinen PV und Wind



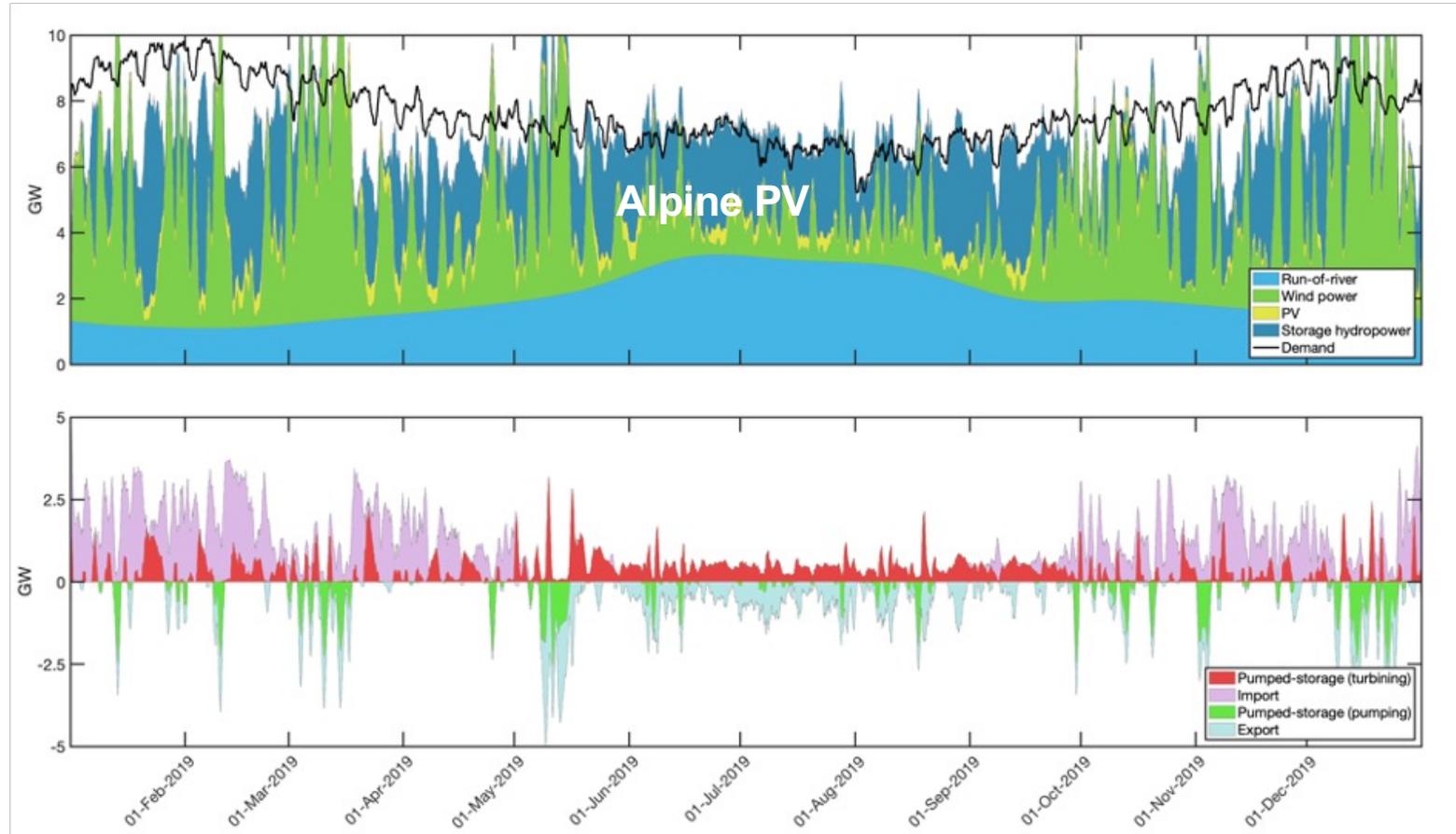
(PV + Wind: 15 GW)

Winterlücke: 14.5 TWh → 11.7 TWh





Winterlücke und Lösungen: Hochalpinen PV und Wind



(PV + Wind: 15 GW)

Winterlücke: 14.5 TWh → 11.7 TWh → 6.5 TWh (88% Wind)





Optimierte Standorte um die Winterlücke klein zu halten (45 TWh Geamterzeugung – Projektion 2050 Wetter 2018)

PV capacity (MW)



Wind power capacity (MW)

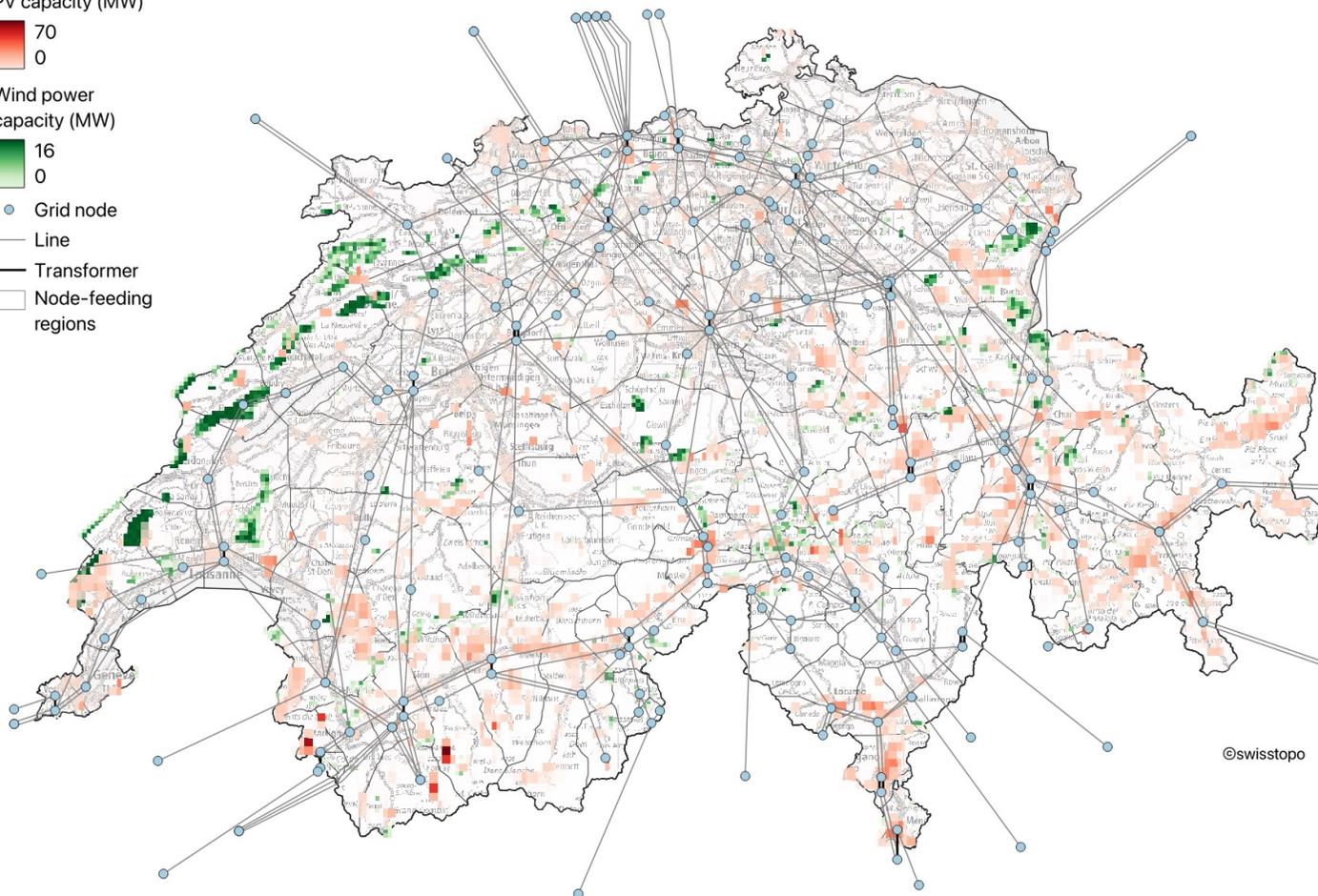


● Grid node

— Line

— Transformer

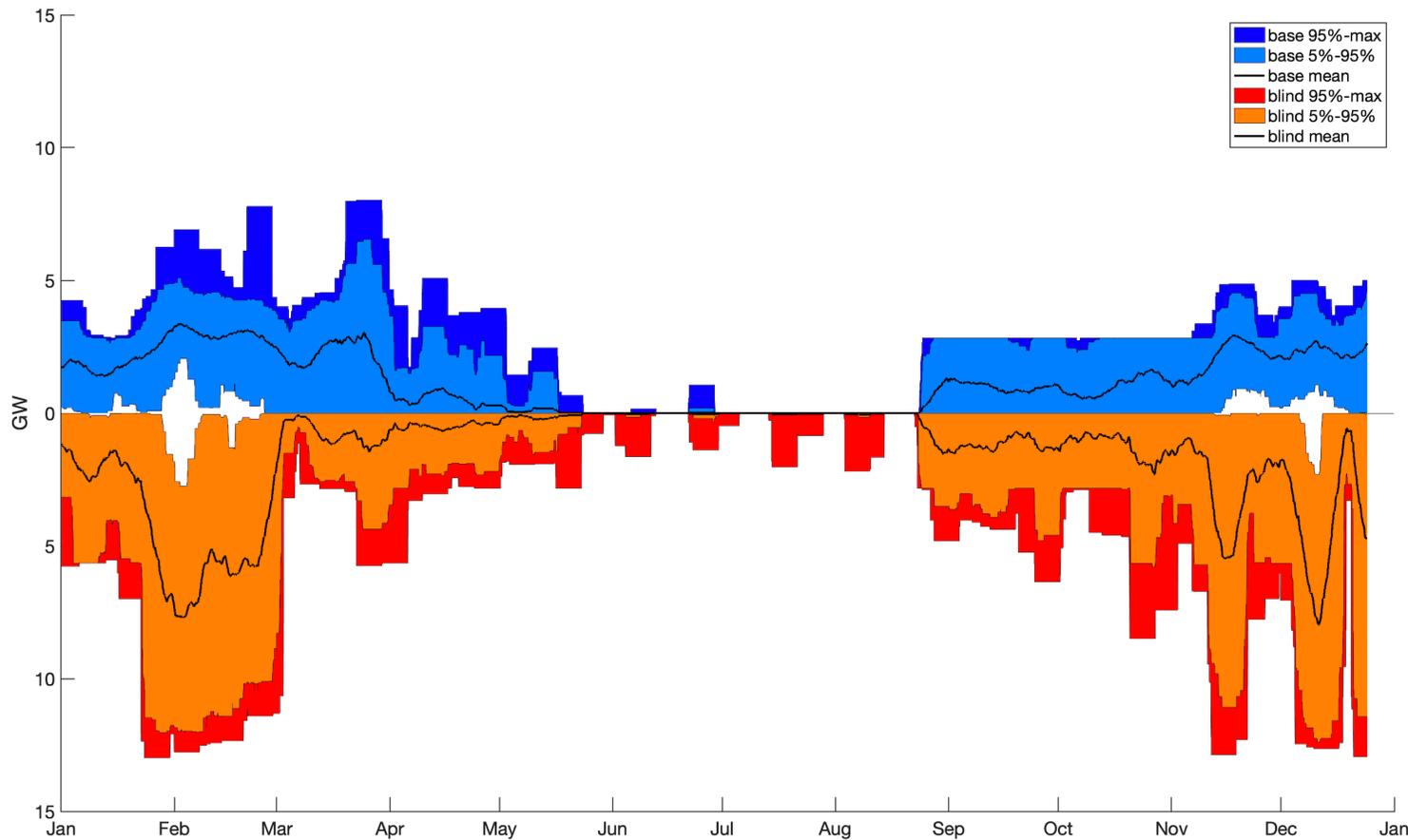
□ Node-feeding regions



©swisstopo



Import und der Wert der Wettervorhersage



- Import von Elektrizität kann um ein Drittel reduziert werden, wenn die Wettervorhersage stimmt
- Insbesondere können Spitzenwerte von Unterversorgung vermieden werden
- Was sind die Gründe?

Wie kommen wir am Besten vorwärts?

Hochalpines PV ist gut und wichtig, die Ergänzung mit Windkraftanlagen macht es noch besser!

- Es braucht gezielte Subventionen
- Es braucht angepasstes Design und sorgfältige Standortwahl
- De-zentrale Lösungen mit lokaler Trägerschaft sind erstrebenswert und eröffnet wirtschaftliche Perspektiven

Symbolbild

